

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-154089

(43)Date of publication of application : 03.09.1984

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 58-028379

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 22.02.1983

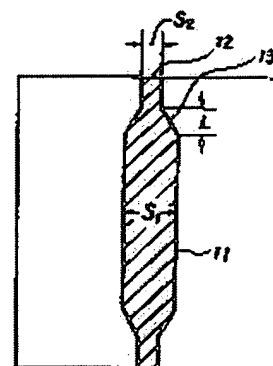
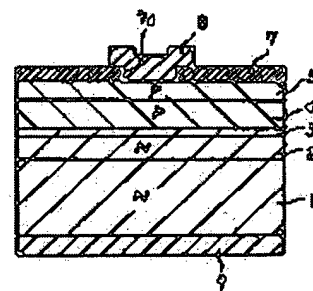
(72)Inventor : MAMINE TAKAYOSHI
YONEYAMA OSAMU

(54) SEMICONDUCTOR LASER

(57)Abstract:

PURPOSE: To contrive to improve the astigmatism, threshold current, etc. by increasing or reducing the stripe width S_1 and then reducing the width S_2 , in a planar stripe structure wherein said width is S_1 at a distance from an optical end surface and S_2 at the optical end surface, and varies gently therebetween.

CONSTITUTION: Each semiconductor layer is epitaxially grown on a GaAs substrate 1. For the pattern of the electrode window 7a of an insulation layer 7, the widths S_1 and S_2 are joined to each other with a tapered part 13. When the distance to the imaginary light source of a light parallel with a junction surface from the optical end surface 12 is D , the curvature radius of the cophasal surface of an emitted light is R , and the half power width of the near field image of light at said surface 12 is W , D becomes maximum at some value of R with W as the parameter; therefore the larger the parameter W , the larger the distance D . Besides, the larger the width S_1 almost independently, the larger the radius R , and the larger the width S_2 , the larger the parameter W . Accordingly, S_1 is set large or small with the maximum value as a boundary, and S_2 small, R large, and W small, in order to reduce D . Thereby, the threshold current, astigmatism, etc. improve.



⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—154089

⑨ Int. Cl.³
H 01 S 3/18

識別記号

庁内整理番号
7377—5F

⑭ 公開 昭和59年(1984)9月3日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 10 頁)

⑮ 半導体レーザー

⑯ 特 願 昭58—28379

⑰ 出 願 昭58(1983)2月22日

⑱ 発 明 者 真峯隆義

東京都品川区北品川6丁目7番
35号ソニー株式会社内

⑲ 発 明 者 米山修

東京都品川区北品川6丁目7番
35号ソニー株式会社内

⑳ 出 願 人 ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番
35号

㉑ 代 理 人 弁理士 伊藤貞 外1名

明 細 書

発明の名称 半導体レーザー

特許請求の範囲

ストライプ幅が光端面より離れたところで S_1 、光端面で S_2 であり、その間でなめらかに変化するようなプレーナ・ストライプ構造のものにおいて、接合面に平行な光の仮想的光源の、上記光端面からの距離を D 、該光端面から出射する光の等位相面の曲率半径を R 、上記光端面での光の近視映像の半値幅を W とすると、 W をパラメータにして D が R のある値において極大となり、 W が大きいほど D が大きいことにより、またほぼ独立に S_2 が大きいほど R が大きくなり、 S_2 が大きいほど W が大きいことにより、 D を小さくするために S_1 を D が大きい値をもつ範囲よりも大きく又は小さくし、且つ S_2 を小さくして R を大きく、 W を小さくすることを特徴とする半導体レーザー。

発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は例えば光学式ビデオディスク、デジタ

ルオーディオディスク等の記録、或いは再生装置において、その記録及び(または)再生用の光源として用いられて好適な半導体レーザーに係る。

背景技術とその問題点

従来一般の半導体レーザーは、その垂直方向のモードの閉じ込め機構、すなわち導波機構によって屈折率ガイド(インデックスガイド)型と利得ガイド(ゲインガイド)型に大別される。

屈折率ガイド型の半導体レーザーの例としては、例えば第1図にその略線的拡大平面図を示し、第2図に第1図のA—A線上の断面図を示す構成をとる半導体レーザー00が挙げられる。この半導体レーザー00は、N型のGaAs基板(1)上に、N型の $Al_xGa_{1-x}As$ よりなる第1クラッド層(2)と、N型の $Al_xGa_{1-x}As$ よりなる活性層(3)と、N型の同様に $Al_xGa_{1-x}As$ よりなる第2のクラッド層(4)とN型のGaAsキャップ層(5)が順次エピタキシャル成長され、その例えば中央に1方向に延長するストライプ状の、P型の不純物のZnが選択的拡散等によって導入されてなる高屈折率層(6)が形成されてなる。こ

の高屈折率層(6)の深さは、活性層(3)中に入り込む深さか或いはこれより数千Åだけ第1のクラッド層(2)に入り込む程度の深さに選定される。半導体層(5)の表面には SiO_2 等の絶縁層(7)が形成され、これに穿設された電極窓を通じて高屈折率層(6)上にオーミックに一方の電極(8)が被着され、基板(1)の裏面に他方の電極(9)が同様にオーミックに被着されてなる。このようにして活性層(3)に層(6)が存在する部分と存在しない部分との間に屈折率差を形成してこれによって光の発振領域がストライプ状に規制される。

また、利得ガイド型の半導体レーザーのプレーナストライプ型の例としては、例えば第3図に示すものが挙げられる。この場合においても例えばN型のGaAs基板(1)上にN型の $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ よりなる第1のクラッド層(2)が形成されこれの上にN型若しくはP型の $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ よりなる活性層(3)、更にこれの上にP型の $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ よりなる第2のクラッド層(4)、更にこれの上にP型のGaAsキャップ層(5)が夫々順次エピタキシャル成長されて形成され、

例えば中央には同様に第2図において紙面と直交する方向に延在するストライプ状の電極(8)が半導体層(5)上に被着形成した絶縁層(7)に穿設されたストライプ状の電極窓を通じてオーミック接触をもって被着され、また基板(1)の裏面に他方の電極(9)がオーミック接触をもって被着されてなる。このような構成による半導体レーザーにおいては、そのストライプ状電極(8)によって動作電流の集中がなされこのストライプ直下付近に注入される動作電流により活性層内で同様にストライプ状の発振領域が形成されるようになされる。すなわち活性層の注入キャリアの横方向の濃度分布に起因するゲイン分布が横モードを決めるようになされている。

尚、従来一般のこの種ストライプ構造による半導体レーザーにおけるそのストライプ状の発振領域の幅は、第1図に示すように各部一様の幅Sとされる。

上述した屈折率ガイド型の半導体レーザー及び利得ガイド型半導体レーザーは、夫々利点を有す

る反面夫々欠点を有する。すなわち、屈折率ガイド型によるものにおいては、その縦モードが単一モードであるため例えば光学式ビデオディスク等においてのその書き込み(記録)或いは読み出し(再生)用光源として用いた場合に戻り光によるノイズに弱いという欠点がある反面、いわゆるビームウエスト位置(beam waist position)、すなわち仮想光源位置が光端面(半導体レーザーからの光反射面)近傍に存するために実際の使用に当たっての焦点位置の設定がし易いという利点を有する。更にまた接合に平行方向に関する断面における遠視野像、いわゆるファーフィールドパターン

(far field pattern)が左右対称的であって同様に例えば実際の使用における読み出し或いは書き込み光として対物レンズ等の光学系によって集光して微小スポットを得る場合に、歪みの小さいスポット形状を得易いという利点がある。これに比し上述した利得ガイド型半導体レーザーにおける仮想光源位置は、接合に垂直方向の光に関しては発光領域の光端面上に存在するが、接合に平行

方向の光に関しては発光領域の光端面より内側 $20\mu\text{m}$ 程度のところに存在してしまい、更にまたファーフィールドパターンが左右非対称であり、かつ非点収差が大で、これがため、歪みの小さい微小スポットを得る上で不利となる欠点がある。しかしながらこの利得ガイド型半導体レーザーにおいては、その縦モードがマルチモードであって前述した戻り光によるノイズや、モードホッピングノイズの影響が少ないという利点を有する。

発明の目的

本発明は、利得ガイド型半導体レーザーの利点を有し、しかも非点収差の改善をはかるようにして例えば光学式ビデオディスク或いはデジタルオーディオディスク等の書き込み或いは読み出し光源として用いてその光学レンズ等の設計を容易にし、優れたビームスポット形状が容易に得られるようにした半導体レーザーを提供するものである。

発明の概要

本発明は、ストライプ構造による利得ガイド型構成を採る。本発明においては、例えば第3図で

説明したような基体上に、第1のクラッド層、活性層、第2のクラッド層及びキャップ層等が順次エピタキシャル成長されて成り、そのキャップ層に対する電極のオーミック接触部のパターンを、第4図に符号(1i)を付し斜線を付して示すように、ストライプ状となすも特に、そのストライプ幅が光端面(12)より離れたところで S_1 、光端面で S_2 であり、その間でなめらかに変化するテーパー(13)を形成したプレーナ・テーパー・ストライプ構造を採り、特にこの構造のものにおいて、接合面に平行な光の仮想的光源の、光端面(12)からの距離をD、この光端面(12)から出射する光の等位相面の曲率半径をR、光端面(12)での光の近視野像の半値幅をWとすると、WをパラメータにしてDがRのある値において極大となり、Wが大きいほどDが大きくなることにより、またほぼ独立に S_1 が大きいほどRが大きくなり、 S_2 が大きいほどWが大きくなることにより、Dを小さくするために S_1 を極大値を境界として大きく、又は小さく設定し、且つ S_2 を小さくしてRを大きく、

$$D = R \left[1 + \left(\frac{\lambda R}{\pi W^2} \right)^2 \right]^{-1} \quad \dots \dots (1)$$

で与えられる。ここにWは、光端面での近視野像の半値幅で、Rは光端面直近における空気中に出射された光の等位相面の曲率半径、 λ はその光の波長である。

この(1)式に基いて半値幅Wをパラメータとして距離Dを曲率半径Rの関数でプロットすると、第5図における例えば曲線a、bに示すように距離Dが或る値の曲率半径Rで極大値をとることがわかる。ここに曲線bは曲線aに比し、Wが大である場合で、これより明らかなように、非点収差、したがって距離Dを小さくするには、

- (I) 半値幅Wを小さくし、且つ曲率半径Rを充分大にする
- (II) 半値幅Wを小さくし、且つ曲率半径Rを充分小にする

ことの2つの方法があることがわかる。

ところが實際上、ストライプ型のゲインガイド型レーザーの場合、半値幅Wと、曲率半径Rは夫々

Wを小さくする。

本発明は、電極の実質的被着パターンをストライプ状とすることによって電流集中を行わしめる電極ストライプ型、或いは不純物の選択的イオン注入若しくは選択的拡散によってストライプ状の接合を形成するジャンクションストライプ型、または、プロトン照射によって高抵抗領域を形成してストライプ状の電流通路を形成するプロトン照射型等、種々の構成を採り得る。

本発明による半導体レーザーの特徴は以下に述べる説明によって理解されよう。すなわち、第3図で説明したような利得ガイド型レーザーにおける出射ビームは、一般に非点収差を有する。すなわち、このレーザーにおいては接合に平行方向の光は、そのビームウエスト、すなわち仮想光源はレーザーの光出射端面(光端面)に存在するが接合に平行方向の光に関する仮想光源は、光端面より内側に存在し、この仮想光源の光端面からの距離をDとすると、この距離Dは非点収差量に対応する量であり、このDは、

$$W \propto S^{\frac{1}{2}}, \quad R \propto S$$

なるストライプ幅Sによる依存性があるために、上記(1)の方法を即座に採用することはできない。すなわち、Rを大とするためにストライプ幅Sを大にすると、それに伴ってWが大となってしまう。これに比し、(II)の方法では、ストライプ幅Sを狭く設計すれば、W及びRの双方に関してこれらを小さくすることができるので非点収差を小さくすることができることになる。しかしながらこのようにそのストライプ幅を狭くすることは、光-電流特性において、閾値電流密度の増大、微分効率の低下等を招来する。したがって、非点収差が小さく、しかも光-電流特性にすぐれた高信頼性のものは実際上得難いものである。

これに比し、第4図に示したように、いわば互いに異なるストライプ幅 S_1 及び S_2 を有する2個の共振器を直列に配置した構成による利得ガイド型レーザーにおいては、

(a) 近視野像の大きさは、光端面(12)におけ

るストライプ幅 S_2 で決定される。

- (b) 等位相面の曲率半径 R は、中央部側のストライプ幅 S_1 で決定される。

ことを知った。

そして、これら (a) 及び (b) の事柄から、
(イ) 中央のストライプ幅 S_1 を充分大きくし、
端面のストライプ幅 S_2 を小とすると、前述した非点収差を小さくするための (I) の方法に合致する。

- (ロ) 幅 S_1 を、 $S_1 \geq 5 \sim 6 \mu m$ で実用上問題のない程度に小さい幅にし、かつ幅 S_2 を充分小さい幅の例えば $2 \sim 4 \mu m$ とすると前述した非点収差を小さくするための (II) の方法と合致する。

という結果を得た。

すなわち、一般の利得ガイド型構成による場合、近視野像の大きさは、電流の接合に平行な方向へのいわゆるラテラル方向への流れにより生じる利得ガイド幅によって決定されるので、この近視野像の大きさは、ストライプ幅より大きくなる傾向

がある。これに比し、上記 (イ) の構成による場合、上記 (a) (b) により近視野像が小さく、且つ等位相面の曲率半径 R が大であるという点で屈折率ガイド型のレーザーに類似した結果が得られ、その非点収差は小さく $10 \mu m$ 以下となし得るものである。また、上記 (ロ) の構成による場合、利得ガイド型構成によるものの、その光端面から出射する光の等位相面の曲率半径 R が小さくなるがために、その非点収差 D は、 $10 \sim 15 \mu m$ の範囲にあり、しかも前述したような狭ストライプ型レーザーにおいて問題となる特性劣化も少なくなく、利得ガイド型レーザーとしてすぐれた特性を示す。

本発明は、上記 (a) (b) の考察に基づいてなされた発明であるが、次に、これら (a) (b) について説明する。

第4図に示したように、発振領域のストライプ幅が、その光端面 (12) における部分とこれより離れた部分とで夫々異なる幅 S_2 と S_1 とを有し、両者間でなめらかにその幅が変化するいわゆるテーパーストライプ型の半導体レーザーにおいて、

その接合面に平行な面内において、ストライプの延長方向を z 、これと直交する方向を x とし、これら x 及び z と直交する方向を y とする。ここに空間的利得分布は、 x と z に依存すると仮定する。また、電磁波のソースは、ストライプ領域 (11) の中央にあり、ストライプ幅は充分広いものとし、その結果、ここで発生した TE 波は、ほぼ平面波としてテーパー部に伝播していくものとする。ここに解かれるべき波動方程式は、

$$\nabla^2 E + k^2 (x) E = 0 \quad \dots (2)$$

である。今、解析的にこれの解を求めるために、波動ベクトル k の x 依存性を、

$$k^2 (x) = k^2 - k_2^2 x^2 \quad \dots (3)$$

(k_2 は複素数)

として扱う場合のみを考える。

そして、これらの仮定に基づいて、
 $E = \psi(x, y, z) e^{-ikz} \quad \dots (4)$

において、(2) 式の波動方程式を解くと、

$$\nabla_t^2 \psi - 2ik\psi' - k_2^2 x^2 \psi = 0 \quad \dots (5)$$

($\nabla_t^2 \equiv \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r}$)

が得られる。

この (5) 式で、 ψ が、

$$\psi(x, y, z) = \exp[-i\{P(z) + \frac{1}{2}Q(z) \cdot x^2\}] \quad \dots (6)$$

と置けるとして (5) 式を (4) 式に代入すると、

$$-Q^2 x^2 - 2iQ - kx^2 Q' - 2kP' - k_2^2 x^2 = 0 \quad \dots (7)$$

が得られる。今、(7) 式が恒等的に成り立つためには、

$$\left. \begin{aligned} Q^2 + kQ' + k_2^2 &= 0 \\ P' &= -iQ/k \end{aligned} \right\} \quad \dots (8)$$

この (8) 式を解くために、 $Q = kS' / S$ とおいて、 Q についての微分方程式に代入すると、

$$S'' + S(k_2^2 / k) = 0 \quad \dots (9)$$

が得られる。この (9) 式の解は、

$$S(z) = a \sin \sqrt{\frac{k_2^2}{k}} z + b \cos \sqrt{\frac{k_2^2}{k}} z$$

となる。それ故、また

$$S'(z) = a \sqrt{\frac{k_2^2}{k}} \cos \sqrt{\frac{k_2^2}{k}} z - b \sqrt{\frac{k_2^2}{k}} \sin \sqrt{\frac{k_2^2}{k}} z$$

となる。

よって、 $Q(z)$ は、

$$Q(z) = k \frac{a \sqrt{\frac{k_2}{k}} \cos \sqrt{\frac{k_2}{k}} z - b \sqrt{\frac{k_2}{k}} \sin \sqrt{\frac{k_2}{k}} z}{a \sin \sqrt{\frac{k_2}{k}} z + b \cos \sqrt{\frac{k_2}{k}} z} \quad \dots \dots (10)$$

となる。今、新しい関数 $q(z) = k/Q(z)$ を導入し、 $q^{-1}(z)$ を実数部分と虚数部分とに分けることができたとする、

$$\frac{1}{q(z)} = \frac{1}{R(z)} - i \frac{\lambda}{\pi n W^2(z)} \quad \dots \dots (11)$$

となる。ここで $R(z)$ は、光の z 方向先端の等位相面の曲率半径、 $W(z)$ は z 軸方向の光ビームスポット幅（半値幅）となる。今、 $q(z)$ の具体的な形を求め、 $R(z)$ 、 $W(z)$ の振舞を解析する。ここで波動ベクトル k が x^2 に依存するものであると仮定して

$$k(x) = k \pm i \left(g p - \frac{1}{2} \alpha_2 x^2 \right) \quad \dots \dots (12)$$

と書けると仮定する（ここに $g p$ 、 α は実数）。

(3)式及び(12)式によって

$$k(x) = (k^2 - k k_2 x^2)^{\frac{1}{2}} \approx k - \frac{1}{2} k_2 x^2 \quad \dots \dots (13)$$

となり、これら(12)式及び(13)式を比較することによって、

$$k_2 = -i \alpha_2 \quad \dots \dots (14)$$

が得られる。ここに α_2 の具体的な形は、たとえば

$$\frac{1}{2} \alpha_2 = \frac{4}{S^2} (g p + \alpha) \quad \dots \dots (15)$$

であることを想定してもよい（ S はストライプ幅）。

(14)式を(10)式に代入し、更に $q(z)$ を求めると、

$$q(z) = \frac{q_0 \cos \left(z \sqrt{\frac{\alpha_2}{2k}} (1+i) \right) + \frac{1}{2} (1-i) \sqrt{\frac{2k}{\alpha_2}} \sin \left(z \sqrt{\frac{\alpha_2}{2k}} (1+i) \right)}{-q_0 (1+i) \sqrt{\frac{\alpha_2}{2k}} \sin \left(z \sqrt{\frac{\alpha_2}{2k}} (1+i) \right) + \cos \left(z \sqrt{\frac{\alpha_2}{2k}} (1+i) \right)} \quad \dots \dots (16)$$

$$\left(\text{ここに } q_0 = \frac{i \pi W_0^2 n}{\lambda} \right)$$

となる。今、 $z \sqrt{\frac{\alpha_2}{2k}} \equiv \theta$ とおいて(16)式 $q(z)$ の分母を A 、分子を B として夫々計算すると、

$$\begin{aligned} A &= -(q_0/z)(1+i)Q \sin \{(1+i)\theta\} + \cos(1+i)\theta \\ &= -(q_0/z)(1+i)\theta (\sin \theta \cosh \theta + i \cos \theta \sinh \theta) \\ &\quad + (\cos \theta \cosh \theta - i \sin \theta \sinh \theta) \\ B &= q_0 \cos(1+i)\theta + \frac{1}{2} \frac{z}{\theta} (1-i) \sin(1+i)\theta \\ &= q_0 (\cos \theta \cosh \theta - \sin \theta \sinh \theta) \\ &\quad + \frac{1}{2} \frac{z}{\theta} (1-i) (\sin \theta \cosh \theta + i \cos \theta \sinh \theta) \end{aligned}$$

後の概略の数値計算から解るように、 $\theta < 1$ とみなせるので、上記 A 及び B は次のように簡単化することができる。

$$\begin{aligned} A &= -(q_0/z)(1+i)\theta(\theta+i\theta) + (1-i\theta^2) \\ &= -(q_0/z)2i\theta^2 + 1 - i\theta^2 \\ &= 1 - i\theta^2 \left(1 + \frac{2q_0}{z}\right) \\ B &= q_0(1-i\theta^2) + \frac{1}{2} (z/\theta)(1-i)(\theta+i\theta) \\ &= q_0(1-i\theta^2) + z \\ &= q_0 + z - i(q_0\theta^2) \end{aligned}$$

となり、したがって、

$$q(z) = \frac{q_0 + z - i q_0 \theta^2}{1 - i \theta^2 \left(1 + \frac{2q_0}{z}\right)} \quad \dots \dots (17)$$

となる。そして、

$$q_0 = i \pi W_0^2 / \lambda = i Z_0$$

として Z_0 を定義すると、

$$q(z) = \frac{i z_0 + z + z_0 \theta^2}{1 + \frac{2z_0}{z} \theta^2 - i \theta^2}$$

となり、故に

$$\begin{aligned} q^{-1}(z) &= \frac{1 + \frac{2z_0}{z} \theta^2 - i \theta^2}{z + z_0 \theta^2 + i z_0} \\ &= \frac{z + 2z_0 \theta^2 (1 + \frac{z_0}{z}) - i \left\{ \frac{z_0}{z} (z + 2z_0 \theta^2) + \theta^2 (z + z_0 \theta^2) \right\}}{(z + z_0 \theta^2)^2 + z_0^2} \end{aligned}$$

故に

$$R(z) = \frac{(z + z_0 \theta^2)^2 + z_0^2}{z + 2z_0 \theta^2 \left(1 + \frac{z_0}{z}\right)}$$

$$W^2(z) = \frac{\lambda}{\pi n} \cdot \frac{(z+z_0\theta^2)^2 + z_0^2}{(z_0/z)(z+2z_0\theta^2) + \theta^2(z+z_0\theta^2)}$$

$$R(z) = \frac{z^2(1+z_0(\frac{\alpha_2}{2k})z)^2 + z_0^2}{z+z_0(\frac{\alpha_2}{k})z_0+z} \dots\dots (18)$$

$$W^2(z) = \frac{1}{\pi n} \cdot \frac{z^2(1+z_0(\frac{\alpha_2}{2k})z)^2 + z_0^2}{z_0(1+2z_0(\frac{\alpha_2}{2k})z) + (\frac{\alpha_2}{2k})z^3(1+z_0(\frac{2k}{\alpha_2})z)}$$

$$\dots\dots (19)$$

次に、ビームウエスト位置、すなわち仮想光源位置の光端面からの実効的距離Dについてみる。

先ず、この距離Dの考察に当たって、実際の空洞共振器内部におけるビームスポットサイズの最小値を与える位置と、測定によって与えられる位置との対応関係についてみるに、半導体レーザーの非点収差量は、光端面での近視野像の半値幅Wとその出射角 θ とが与えられれば、ガウシアンビームが自由空間を伝播して行くというモデルで一意的に決定することができ、空洞共振器内部の導波機構に依存しない。したがって、例えば弱い屈

折率ガイド型レーザー、すなわち発射される光の等位相面の曲率半径Rが有限のレーザーにおいてこの近視野像の半値幅Wと出射角 θ とで仮想光源距離Dが測定されることが当然予想され、また実際上現時点で一般に入手可能な屈折率ガイド型レーザーにおける仮想光源距離Dは、4~8 μ mの非点収差を有していることが実験的に明らかとなっている。すなわち、屈折率ガイド型レーザーにおいては、非点収差が利得ガイド型レーザーのそれに比して小さいという事実は、屈折率ガイド型レーザーにおける近視野像のスポット幅(半値幅)が利得ガイド型レーザーのそれより小さいことによって決定されるものと考えられる。また接合に直交する方向すなわち縦方向のビームウエスト位置が、ほぼ光端面位置にあり、この方向の半値幅が、0.3 μ m程度という、接合と平行なすなわち横方向におけるそれに比し、格段に小さいこと、並びにこの横方向の屈折率差に比し、縦方向に関しては充分大きな屈折率差が存在することから容易に理解されるところである。そして各レ

ザーの導波機構がビームウエストにどのように関与するかは、具体的には各導波機構に対応する波動方程式を解くことにより、光端面でのビームスポットの半値幅Wとその光の等位相面の曲率半径Rとが独立に決定される。そして、このようにして光端面でのビームスポットサイズの幅Wと、光の前方端の等位相面の曲率半径Rとが定まれば、

$$R = (\pi W^2/\lambda) [(\pi W \tan \theta/\lambda) - 1]^{-\frac{1}{2}}$$

$$\dots\dots (20)$$

によって、光の出射角 θ が定まり、W θ と θ から光源距離Dが最終的に

$$D = (\lambda/\pi \tan^2 \theta) [(\pi W \tan \theta/\lambda)^2 - 1]^{-\frac{1}{2}}$$

$$\dots\dots (21)$$

が決定される。

上述した考察によれば一旦導波機構が与えられかつ電極ストライプ形状が与えられれば、距離Dは一意的に決定されることが理解されよう。

また上述した解析により初めて共振空洞内の光(或いはTE波)の実効的な分布と、測定による

実効的な非点収差との対応関係が明らかになる。

今、上述の解析に基づいて決定されたテーバーストライプ形のレーザー、すなわち第4図で示したように、ストライプの幅が中央部でS₁、光端面(12)でS₂を有し、幅S₁を有する部分から幅S₂に、テーバー(13)によって、その幅が漸次変化するようにしたものにおいて、S₂=3 μ mとしたときのS₁と光源距離Dとの関係の計算結果を第5図中+印の点で示す。同図中×印はストライプ幅を一律の幅S₁とした場合の従来一般の構造の場合を示すものである。尚、この場合、 $q_p + \alpha \approx 100 \text{ cm}^{-1}$ 、 $\delta(\Delta n_p) = 1.1 \times 10^{-2}$ と置いたものであり、Dの値はこれらのパラメータのとり方で、可成り異なった値を有するが、これらの計算結果は本発明者等による測定データーをほぼ再現しているものであり、このように、テーバー・ストライプ構造の場合の仮想光源、すなわちビームウエスト位置の光端面からの距離Dは、この光端面、すなわち光出射部におけるストライプ幅S₂を制御することにより、中央側のストラ

イブ幅 S_1 に余り依存しないで、約 $10\mu m$ 程度に小さくすることができること（前掲の（a）の事柄）がわかる。この計算結果による物理的根拠は、

- (i) 近視野像の半値幅 W が小。
- (ii) 光端面近傍での光の等位相面の曲率半径 R が小。

であることに因る。

(ii) についてみるに、光淵の距離 D は、物理的には、光端面における半値幅 W と、曲率半径 R により、

$$D = (R/n) [1 + (\lambda R / n \pi W^2)^2]^{-1/2} \dots \dots (1)'$$

で記述されることは容易に確かめられる。（ R/n は、光端面直近の空气中を伝播する光の等位相面の曲率半径）。

そして式(1)' による R/n と D との関係は、第5図で示す曲線となり、これより、 D は

(I') $R/n < \lambda / \pi W^2$ では、 R の減少と共に減少し

(II') $R/n > \lambda / \pi W^2$ では R の増大と共に減少

ストライプの全長を $250\mu m$ 、幅 S_2 を有する部分の長さを $10\mu m$ に選定したものである。その L を夫々 $10\mu m$ 、 $20\mu m$ 、 $40\mu m$ 、 $80\mu m$ 、 $125\mu m$ に選定したプレーナ・ストライプ型のレーザーを作成した。

実施例 2

実施例 1 と同様の構成によるも、 $S_1 = 6\mu m$ 、 $S_2 = 3\mu m$ 、ストライプの全長を $250\mu m$ としたものである。その L を夫々同様に $10\mu m$ 、 $20\mu m$ 、 $40\mu m$ 、 $80\mu m$ とした。

実施例 3

実施例 1 と同様の構成によるも、 $S_1 = 20\mu m$ 、 $S_2 = 3\mu m$ とし、ストライプの全長を $250\mu m$ とし、 $L = 80\mu m$ とした。

いずれの実施例によるものも、閾値電流、非点収差、遠視野像、寿命等において優れた半導体レーザーであった。

また、非点収差量 D と長さ L との関係を測定したところ第 5 図に示す結果が得られた。これによれば、 $L = 100\mu m$ とすることが非点収差を小さく

することが理解される。このことは前掲 (1)

(II) に対応している。以上の解析によれば、テーパーストライプ構造において、テーパー長 L を適当に設計することにより $D \leq 10\mu m$ の非点収差を有する利得ガイド型半導体レーザーが得られることが分る。

実施例

実施例 1

第 7 図に示すように、第 3 図で説明したと同様に GaAs 基板 (1) 上に各半導体層を順次エビタキシャル法、例えば熱分解による気相成長法によって連続的にエビタキシャルする。第 7 図において第 3 図と対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略するが、この場合、キャップ層 (6) に対する電極 (6) のオーミック被着部、すなわち、絶縁層 (7) の電極窓 (7a) のパターンを第 8 図に示すように中央部において幅 S_1 とし、端面 (12) において幅 S_2 とし、両者を直線的にテーパー部 (13) によって連結した。そして、このテーパー部 (13) の長さを L とし、 $S_1 = 8\mu m$ 、 $S_2 = 3\mu m$

くする上で望ましいことがわかる。

また、上述の本発明による半導体レーザーは閾値電流密度（閾値電流／電極面積）が減少し、その結果、寿命テストにおいても通常の $5\mu m$ の一様のストライプ幅を有する半導体レーザーよりも劣化率が減少することが確認された。

尚、上述した例においては夫々一様の幅 S_1 を有する部分と、これとは異なる幅ではあるが一様の幅 S_2 を有する部分とがテーパー部 (13) によって連結された構成とした場合ではあるが、第 10 図に示すようにストライプ部 (11) のパターンを例えばジグザグパターンとしてその両側突起部の包絡線がテーパーを形成するようになることもできる。


また、上述した例では $S_1 > S_2$ とした場合であるが $S_1 < S_2$ の構成とすることもできる。


図面の簡単な説明

第 1 図は従来一般の半導体レーザーの拡大平面図、第 2 図はその拡大断面図、第 3 図は他の例の拡大断面図、第 4 図は本発明の半導体レーザーの

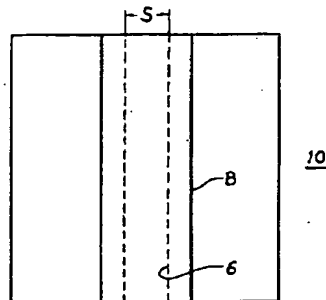
ストライプ構造のパターンを示す図、第5図は仮想光源の前方の等位相面の曲率半径と光源の光端面からの距離との関係を示す図、第6図は本発明の説明に供する計算結果図、第7図は本発明による半導体レーザーの一例の拡大断面図、第8図はそのストライプ構造のパターンを示す図、第9図はテーバー長と収差量の関係の測定結果を示す図、第10図は本発明の他の例のストライプの一部のパターン図である。

(1)は基板、(2)及び(4)はクラッド層、(3)は活性層、(5)はキャップ層、(7)は絶縁層、(7a)はその電極窓、(8)及び(9)は電極、(12)は光端面、(13)はテーバー部である。

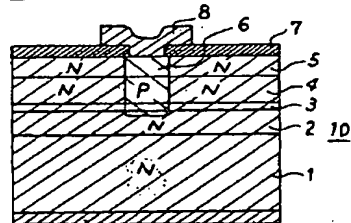
代理人 伊藤 貞 

同 松隈 秀盛 

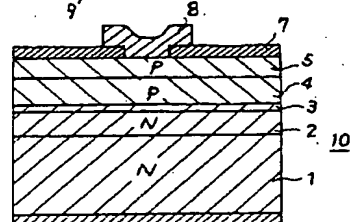
第1図



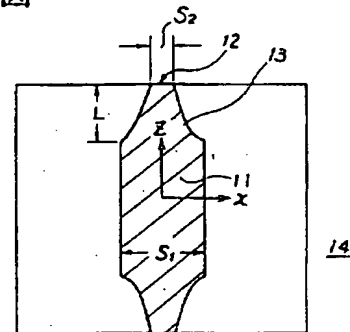
第2図



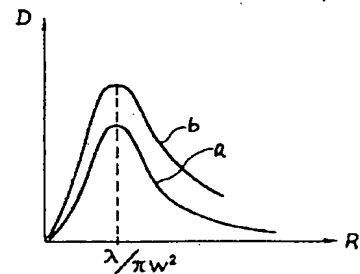
第3図



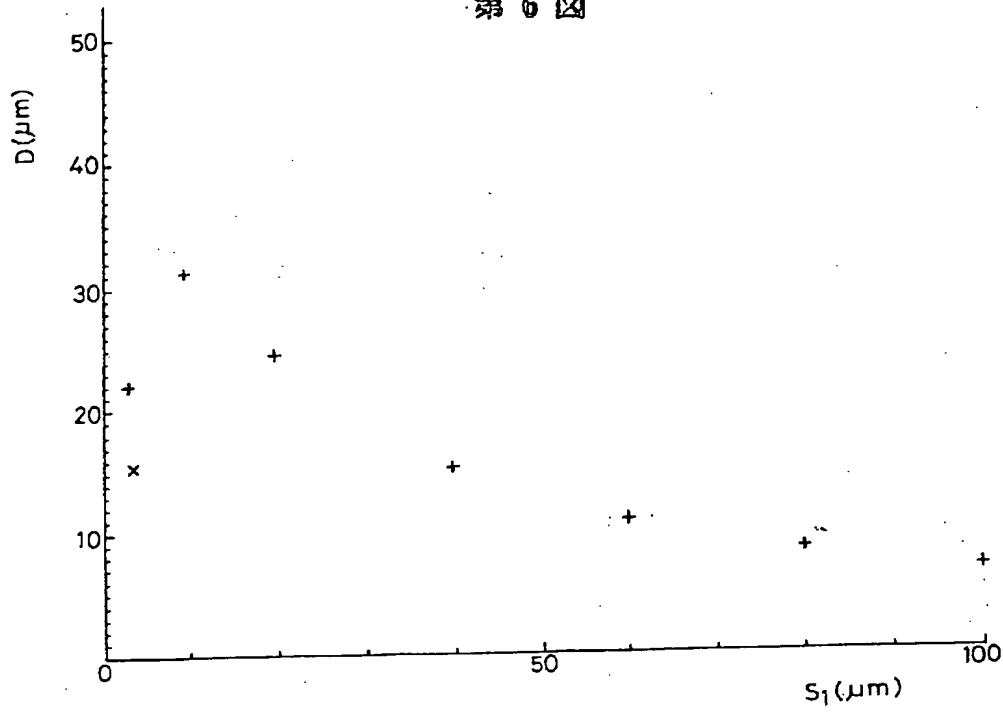
第4図



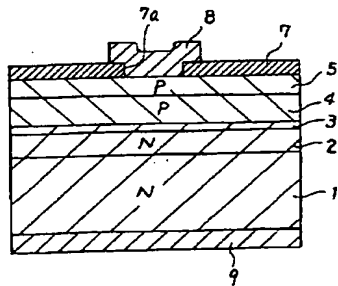
第5図



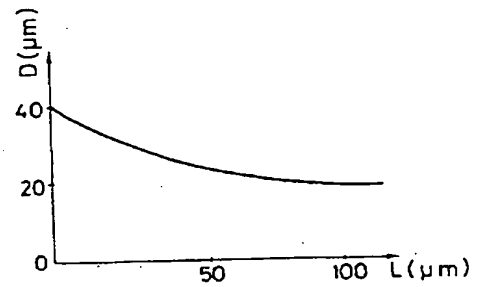
第6図



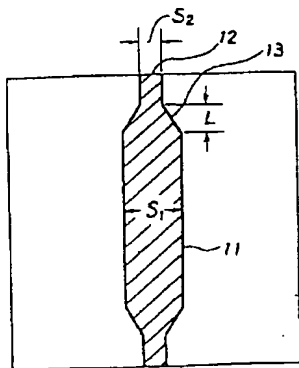
第7図



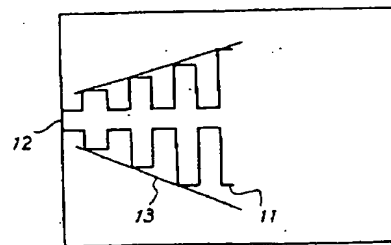
第9図



第8図



第10図



手 続 補 正 書

昭和 58 年 4 月 15 日

特許庁長官 若 杉 和 夫 殿
(特許庁審判長)

1. 事 件 の 表 示

昭和 58 年特許願第 28379 号

2. 発 明 の 名 称 半 導 体 レーザー

3. 補 正 を す る 者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

名 称 (218) ソ ニ ー 株 式 会 社

代表取締役 大 賀 典 雄

4. 代 理 人 東京都新宿区西新宿1丁目8番1号(新宿ビル)

TEL 東京(03)343-5821 (代表)

(3388) 弁護士 伊 藤 貞 貞



5. 補正命令の日付 昭和 年 月 日

6. 補正により増加する発明の数

7. 補 正 の 対 象 明細書の特許請求の範囲の欄及び
発明の詳細な説明の欄。

8. 補 正 の 内 容



- (1) 明細書中、特許請求の範囲を別紙のように補正する。
- (2) 同、第8頁、14行「平行方向」を「垂直方向」と訂正する。
- (3) 同、第9頁、3行「半値幅」を「半値幅(幅の $1/e^2$)」と訂正する。
- (4) 同、第11頁、10行「 $S_1 \geq 5 \sim 6 \mu m$ 」を「 $S_1 \geq 5 \sim 10 \mu m$ 」と訂正する。
- (5) 同、同頁、12行「 $2 \sim 4 \mu m$ 」を「 $0.5 \sim 4 \mu m$ 」と訂正する。
- (6) 同、第26頁、6行「確認された。」の次に改行して「テーバー部13は、直線、放物線、双曲線などの形状をとることができ、ストライプ部11とテーバー部13の間はなめらかに接続しても良い。また、テーバー部13の端部は S_2 の一定の幅をもつ部分を有しても良い。」を加入する。

以 上

特許請求の範囲

ストライプ幅が光端面より離れたところで S_1 、光端面で S_2 であり、その間で連続的に変化するようなプレーナ・ストライプ構造のものにおいて、接合面に平行な光の仮想的光源の、上記光端面からの距離を D 、該光端面から出射する光の等位相面の曲率半径を R 、上記光端面での光の近視野像の半値幅を W とすると、 W をパラメータにして D が R のある値において極大となり、 W が大きいほど D が大きいことにより、または独立に S_1 が大きいほど R が大きく、 S_2 が大きいほど W が大きいことにより、 D を小さくするために S_1 を D が大きい値をもつ範囲よりも大きく又は小さくし、且つ S_2 を小さくして R を大きく又は小さくし、 W を小さくすることを特徴とする半導体レーザー。

手続補正書

特許法第17条の2の規定による補正の掲載

昭和 58 年特許願第 28379 号(特開昭
59-154089 号, 昭和 59 年 9 月 3 日
発行 公開特許公報 59-1541 号掲載)につ
いては特許法第17条の2の規定による補正があっ
たので下記のとおり掲載する。 1 (2)

Int. Cl. 1	識別 記号	庁内整理番号
H01S 3/18		7377-5F

平成 2 年 1 月 12 日

特許庁長官 吉田文雄 殿



1. 事件の表示

昭和 58 年 特 許 願 第 28379 号

2. 発明の名称

半導体レーザー

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

名 称 (218) ソ ニ ー 株 式 会 社

代表取締役 大賀典雄

4. 代理人

住 所 東京都新宿区西新宿 1 丁目 8 番 1 号
TEL 03-343-5821 (新宿ビル)

氏 名 (8088) 弁理士 松 隈 秀 盛



5. 補正命令の日付 平成 年 月 日

6. 補正により増加する請求項の数

7. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄

8. 補正の内容



(1) 明細書中、第19頁2行

$$R(z) = \frac{z^2(1 + z \cdot (\frac{\alpha}{2k})z) + z \cdot z}{z + z \cdot (\frac{\alpha}{k})z + z \cdot z} \dots (18)$$

を

$$R(z) = \frac{z^2(1 + z \cdot (\frac{\alpha}{2k})z) + z \cdot z}{z + z \cdot (\frac{\alpha}{k})(z + z)z} \dots (18)$$

に訂正する。

(2) 明細書中、21頁11行「We」を「W」に訂正する。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.